



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 992 373 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
12.04.2000 Patentblatt 2000/15

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: B60G 17/015, B60G 21/055,  
B60T 8/00, B60T 8/32,  
B60K 28/16

(21) Anmeldenummer: 99115211.7

(22) Anmeldetag: 31.07.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 09.10.1998 DE 19846500

(71) Anmelder: ROBERT BOSCH GMBH  
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:  
• Schülke, Armin  
71706 Hardthof (DE)  
• Verhagen, Armin-Maria  
71701 Schwieberdingen (DE)  
• Stoller, Roland  
70734 Fellbach (DE)

### (54) System und Verfahren zur Bremswegverkürzung und Traktionsverbesserung bei Kraftfahrzeugen

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein System zur Bremswegverkürzung und Traktionsverbesserung eines Kraftfahrzeugs, das ein Wankstabilisierungssystem mit mindestens einem Stellantrieb pro Achse aufweist, der jeweils zwischen den beiden Hälften eines vorderen und hinteren Fahrwerkstabilisators angeordnet ist, das dadurch gekennzeichnet ist, daß bei fahrendem Fahrzeug ein Reibwert ( $\mu$ ) zwischen jedem Rad und der Fahrbahnoberfläche gemessen oder geschätzt wird, die so ermittelten Reibwerte ( $\mu$ ) der Räder der linken und rechten Fahrzeugeite miteinander verglichen werden, und wenn der Vergleich der Reibwerte einen Unterschied (hoch- $\mu$ , niedrig- $\mu$ ) zwischen den Fahrzeugeiten ergibt, die Stellantriebe an den Achsen diagonal gegensinnig so verspannt werden, daß die Aufstands Kräfte der Räder entsprechend den gemessenen unterschiedlichen Reibwerten erhöht bzw. erniedrigt werden.

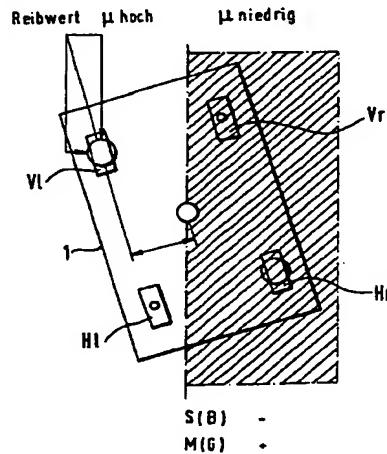


Fig.3

EP 0 992 373 A2

## Beschreibung

### Stand der Technik

[0001] Die Erfindung befaßt sich mit einem Verfahren und einem System zur Bremswegverkürzung und Traktionsverbesserung bei einem mit einem Wankstabilisierungssystem ausgerüsteten Kraftfahrzeug, wobei das Wankstabilisierungssystem mindestens einen Stellantrieb an mindestens einer Achse aufweist, der zwischen den beiden Hälften eines Fahrwerkstabilisators angeordnet ist.

[0002] Aus "Konstruktion und Elektronik" Nr. 17, Seite 9, ist ein Wankstabilisierungssystem für Kraftfahrzeuge bekannt. Bei einem solchen System wird, um die Wankbewegung des Fahrzeugaufbaus bei Kurvenfahrten zu unterdrücken, über eine geeignete Stellfeder ein Gegenmoment auf den Aufbau aufgebracht. Dabei erfolgt die Erzeugung dieses Moments zweckmäßigerweise an den Stabilisatoren der Vorder- und Hinterachse. Die konventionellen, als Drebstabfedern ausgebildeten, Stabilisatoren werden aufgetrennt und zwischen den beiden Stabilisatorhälften ein Schwenkantrieb angeordnet, der eine aktive Verdrehung und somit eine Verspannung der Stabilisatorhälften erzeugen kann. Mit Hilfe eines solchen Systems werden einerseits der Fahrkomfort verbessert, indem die Wankbewegung des Fahrzeugaufbaus unterdrückt wird, und außerdem können die linke und rechte Fahrzeugseite bei einseitigen Fahrbahnanregungen in der Kurvenfahrt entkoppelt werden.

[0003] Das erwähnte bekannte System verwendet einen hydraulischen Stellantrieb, der besondere, zum Teil teure Installationen im Fahrzeug und außerdem auch bei Geradeausfahrt oder quasistationären Zuständen des Fahrzeugs Leistung benötigt, so daß auch bei Geradeausfahrt sogenannte Leerlaufpumpenverluste auftreten.

[0004] Es werden derzeit Systeme zur Wankstabilisierung mit elektromechanischem Antrieb entwickelt, die die hydraulischen Komponenten des bekannten Wankstabilisierungssystems entbehrlich machen.

[0005] Beim Abbremsen eines Kraftfahrzeugs, das auf einer Fahrbahn fährt, auf der die linken und rechten Räder jeweils einen unterschiedlichen Reibwert erfahren, d.h. bei linksseitig und rechtsseitig unterschiedlich griffiger Fahrbahnoberfläche (auf sog.  $\mu$ -Split-Fahrbahnen), läßt sich durch die herkömmliche ABS-Technik nur schwer ein bremswegverkürzender Ausgleich zwischen der linken und rechten Kraftfahrzeugseite erzielen.

### Aufgaben und Vorteile der Erfindung

[0006] Es ist deshalb Aufgabe dieser Erfindung, ein Verfahren und ein System zur Bremswegverkürzung und Traktionsverbesserung bei linksseitig und rechtsseitig unterschiedlich griffigen Fahrbahnoberflächen

unter Einsatz eines Wankstabilisierungssystems anzugeben.

[0007] Die Erfindung geht zur Lösung der obigen Aufgabe von der Idee aus, bei unterschiedlich griffiger Fahrbahnoberfläche ( $\mu$ -Split-Fahrbahn) durch diagonale Verspannung der Stellantriebe einer Wankstabilisierung beim Bremsen eine Verkürzung des Bremswegs und umgekehrt auch einen Traktionsgewinn zu erreichen.

[0008] Bei einem mit einem Wankstabilisierungssystem ausgerüsteten Fahrzeug besteht außer der Möglichkeit der Horizontierung des Fahrzeugaufbaus mittels gleichsinniger Verspannung die Möglichkeit, die Stellantriebe an den Achsen gegensinnig zu verspannen. Mit dieser Maßnahme ist keine Aufbauneigung verbunden, es können aber jeweils über die Fahrzeugdiagonale die Aufstandskräfte der Räder erhöht bzw. erniedrigt werden. Da sich die übertragbare Längs- oder Umfangskraft der Räder in gewissen Bereichen proportional zur Aufstandskraft verhält, kann durch Beladen des vorderen Hoch- $\mu$ -Rades und des hinteren Niedrig- $\mu$ -Rades bei gleichzeitiger Entlastung des vorderen Niedrig- $\mu$ -Rades und des hinteren Hoch- $\mu$ -Rades der Bremsweg deutlich verkürzt werden (gemessen wurde eine Verkürzung des Bremswegs um bis zu 15% bei Abbremsen aus einer Geschwindigkeit von 110 km/h).

[0009] Das durch die stärkere Verzögerung des Hoch- $\mu$ -Rades verstärkt auftretende Giermoment des Fahrzeugs kann durch unterschiedliche Maßnahmen abgefangen werden. Ein allmähliches Verspannen der Stellantriebe gibt dem Fahrer beispielsweise die Möglichkeit, sich auf den größeren Kompensationslenkwinkel einzustellen, wobei durch diese Maßnahme ein Teil der Bremswegreduktion verloren geht.

[0010] Wenn in einem Fahrzeug ein automatisches Lenksystem oder ein Lenkunterstützungssystem vorhanden ist, das dem am Lenkrad eingestellten Lenkradwinkel einen durch andere Parameter bestimmten Zusatzlenkwinkel überlagert, kann die entsprechende Gierkompensation während des Eingriffs des den Bremsweg verkürzenden Stellantriebs der jeweils gelenkten Achse bereits bei der Erfassung der unterschiedlichen Fahrbahnbeschaffenheit, z. B. durch die Bremsdruckunterschiede der Räder, zeitgleich mit dem bremswegverkürzenden Be- und Entlasten der Räder durch das erfindungsgemäße System stattfinden, wodurch der volle Effekt der Bremswegreduktion erreicht ist.

[0011] Analog zum Bremsen läßt sich auch eine Traktionsverbesserung erreichen. Im Antriebsefall kann das erfindungsgemäße System durch die Erhöhung der Normalkraft am Niedrig- $\mu$ -Rad durch die Diagonalverspannung der Stellantriebe an den Achsen die Vortriebskraft erhöhen.

[0012] Der mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und System angestrebte Effekt läßt sich nicht nur beim Einsatz eines Stellantriebs pro Achse sondern auch bei radindividuellen Steilem, sowie bei anderen Stellan-

triebskonzepten, die keinen elektromotorischen Stellantrieb enthalten, sondern z.B. hydraulisch, pneumatisch usw. arbeiten, erreichen.

[0013] Im folgenden wird das erfindungsgemäße Verfahren und System anhand schematischer Darstellungen dreier verschiedener Fahrzeugzustände erläutert.

#### Zeichnung

[0014]

Fig. 1 zeigt einen Fahrzustand, bei dem ein Fahrzeug auf einer Fahrbahn mit links und rechts unterschiedlichem Reibwert gebremst wird, wobei entgegengesetzt zum erfindungsgemäßen Verfahren vorgegangen wird.

Fig. 2 zeigt schematisch ein Fahrzeug auf einer Fahrbahn mit links und rechts unterschiedlichem Reibwert, bei dem keine Maßnahmen zur Bremswegverkürzung mit Hilfe eines Wankstabilisierungssystems getroffen werden,

Fig. 3 zeigt schematisch ein Fahrzeug auf einer Fahrbahn mit links und rechts unterschiedlichem Reibwert, bei dem ein Wankstabilisierungssystem gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzt wird.

#### Ausführungsbeispiel

[0015] Gemäß Fig. 1 fährt ein Fahrzeug 1 mit einem linken und rechten Vorderrad VI, Vr und einem linken und rechten Hinterrad HI, Hr auf einer Fahrbahn auf der in Fahrtrichtung links ein hoher Reibwert und rechts ein niedriger Reibwert  $\mu$  vorliegt. Bei einem Experiment wurde mit Hilfe eines im Fahrzeug vorhandenen Wankstabilisierungssystems das vordere Niedrig- $\mu$ -Rad, d.h. das rechte Vorderrad Vr, und das hintere Hoch- $\mu$ -Rad, d.h. das linke Hinterrad HI, zusätzlich belastet, während gleichzeitig das Hoch- $\mu$ -Vorderrad, d.h. das linke Vorderrad VI, und das Niedrig- $\mu$ -Hinterrad, d.h. das rechte Hinterrad Hr, entlastet wurden.

[0016] Es stellte sich eine Verlängerung des Bremswegs und eine Verringerung des Giermoments ein. Das am linken Vorderrad VI angedeutete Kräfteparallelogramm zeigt, daß die verringerte Aufstandskraft des linken Vorderrads VI zu einer verringerten übertragbaren Umfangskraft führt. Die Größe der an den Rädern angedeuteten Punkte symbolisiert die Größe der Aufstandskraft, die von dem Wankstabilisierungssystem auf die Räder aufgebracht wird.

[0017] Fig. 2 zeigt den Fahrzeugzustand bei einem Bremsversuch auf einer hinsichtlich des Reibwerts  $\mu$  links und rechts unterschiedlich gearteten Fahrbahn,

wobei wie in Fig. 1 der Reibwert auf der in Fahrtrichtung gesehenen linken Fahrbahn hoch und auf der rechten Fahrbahn niedrig ist.

[0018] Die für jedes Rad gleich große Aufstandskraft, wie sie durch die gleich großen Punkte in den Rädern symbolisiert ist, zeigt, daß keine Maßnahmen zur Verringerung des Bremswegs mit einem Wankstabilisierungssystem aktiviert werden, da die Aufstandskräfte der Räder gleich groß sind. Dies bedeutet, daß sich der Bremsweg S(B) und das Giermoment M(G) neutral verhalten.

[0019] In Fig. 3 befindet sich das Fahrzeug 1 während der Bremsung ebenfalls auf einer Fahrbahn mit in Fahrtrichtung gesehen links hohem Reibwert  $\mu$  und rechts niedrigem Reibwert  $\mu$ . Die unterschiedlichen Reibwerte werden durch Messung und Vergleich ermittelt, und in der dargestellten Konstellation werden die Stellantriebe des Wankstabilisierungssystems an den Achsen diagonal gegenseitig so verspannt, daß das vordere Hoch- $\mu$ -Rad, d.h. das linke Vorderrad VI und das hintere Niedrig- $\mu$ -Rad, d.h. das rechte Hinterrad Hr, zusätzlich belastet und gleichzeitig das vordere Niedrig- $\mu$ -Rad, d.h., das rechte Vorderrad Vr, und das hintere Hoch- $\mu$ -Rad, d.h. das linke Hinterrad HI, entlastet werden. Dies ist durch die großen und kleinen Kreispunkte in den Rädern symbolisiert. Dabei verkürzt sich der Bremsweg S(B), wie durch ein Minuszeichen im unteren Teil der Fig. 3 angedeutet ist. Gleichzeitig erhöht sich das Giermoment M(G).

[0020] Dieses durch die stärkere Verzögerung des Hoch- $\mu$ -Rades, d.h., bei dem in Fig. 3 gezeigten Beispiel, des linken Vorderrades, verstärkt auftretende Giermoment kann z.B. dadurch abgefangen werden, daß der Fahrer durch ein allmähliches Verspannen der Stellantriebe die Möglichkeit hat, sich auf den größeren Kompensationslenkwinkel einzustellen. Dabei geht jedoch ein Teil der Verringerung des Bremsweges verloren.

[0021] Wenn das Fahrzeug mit einem automatischen Lenksystem ausgerüstet ist, das es erlaubt z.B. an der Vorder- oder Hinterachse einen Zusatzlenkwinkel einzustellen, kann die entsprechende Kompensation des Giermoments schon beim Erkennen der unterschiedlichen Fahrbahnbeschaffenheit gleichzeitig mit dem Be- und Entlasten der Räder durch das Wankstabilisierungssystem stattfinden. Dabei wird der volle Effekt der Bremswegreduktion erreicht.

[0022] Mit der in Fig. 3 veranschaulichten Methode läßt sich bei einem Experiment auf einer Fahrbahn mit geteiltitem Reibwert  $\mu$  eine Bremswegverkürzung von bis zu 15% erreichen.

[0023] Analog zum Bremsen läßt sich mit dem Wankstabilisierungssystem auch eine Traktionsverbesserung erreichen. Im Antriebsfall läßt sich durch Erhöhen der Normalkraft am Niedrig- $\mu$ -Rad der angetriebenen Achse die Vortriebskraft erhöhen (nicht dargestellt).

[0024] Generell läßt sich der erfindungsgemäße

Effekt nicht nur beim Einsatz von einem Stellantrieb pro Achse, sondern auch bei radindividuellen Stellantrieben, sowie auch bei anderen Stellantriebskonzepten erreichen, wie z.B. bei hydraulischen und pneumatischen Stellantrieben.

[0025] Ein das erfindungsgemäße Verfahren durchführendes System enthält mit einem Prozeßrechner verbundene Sensoren, die die Reibwerte  $\mu$  der einzelnen Räder messen und dem Prozeßrechner entsprechende Signale zuführen. Ebenfalls ist es möglich, den Schlupf oder den Kraftschluß zu messen. Dabei ist es beispielsweise möglich, Druckschätzungen oder -messungen der Radbremsdrücke ggf. mit Hilfe der Raddrehzahlen durchzuführen. Der Prozessrechner führt den Vergleich der links gemessenen Reibwerte mit den rechts gemessenen Reibwerten durch und stellt fest, welcher Stellantrieb jeweils zur gegenseitigen Verspannung der Achsen beaufschlagt werden muß.

[0026] Wenn ein Lenksystem zur Verfügung steht, das dem am Lenkrad eingestellten Lenkwinkel einen Zusatzwinkel hinzufügen kann, gibt der Prozeßrechner die Kompensationssignale zur Gierkompensation zeitgleich mit den Stellsignalen für die Stellantriebe des Wankstabilisierungssystems aus, die zur Bremswegverkürzung oder Traktionsverbesserung erzeugt wurden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Bremswegverkürzung und Traktionsverbesserung eines Kraftfahrzeugs, das ein Wankstabilisierungssystem mit mindestens einem Stellantrieb an mindestens einer Achse aufweist, der zwischen den beiden Hälften eines Fahrwerkstabilisators angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß bei fahrendem Fahrzeug

- ein Reibwert ( $\mu$ ) bzw. ein dem Reibwert ( $\mu$ ) vergleichbarer Wert zwischen jedem Rad und der Fahrbahnoberfläche gemessen oder geschätzt wird,
- die so ermittelten Reibwerte ( $\mu$ ) der Räder der linken und rechten Fahrzeugseite miteinander verglichen werden, und
- wenn der Vergleich der Reibwerte einen Unterschied (hoch- $\mu$ , niedrig- $\mu$ ) zwischen den Fahrzeugseiten ergibt, die Stellantriebe an den Achsen diagonal gegensinnig so verspannt werden, daß die Aufstandskräfte der Räder entsprechend den gemessenen unterschiedlichen Reibwerten erhöht bzw. erniedrigt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bremswegverkürzung das vordere Hoch- $\mu$ -Rad und das hintere Niedrig- $\mu$ -Rad belastet und gleichzeitig das vordere Niedrig- $\mu$ -Rad und das hintere Hoch- $\mu$ -Rad entlastet werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Traktionsverbesserung das Niedrig- $\mu$ -Rad der angetriebenen Achse belastet wird.

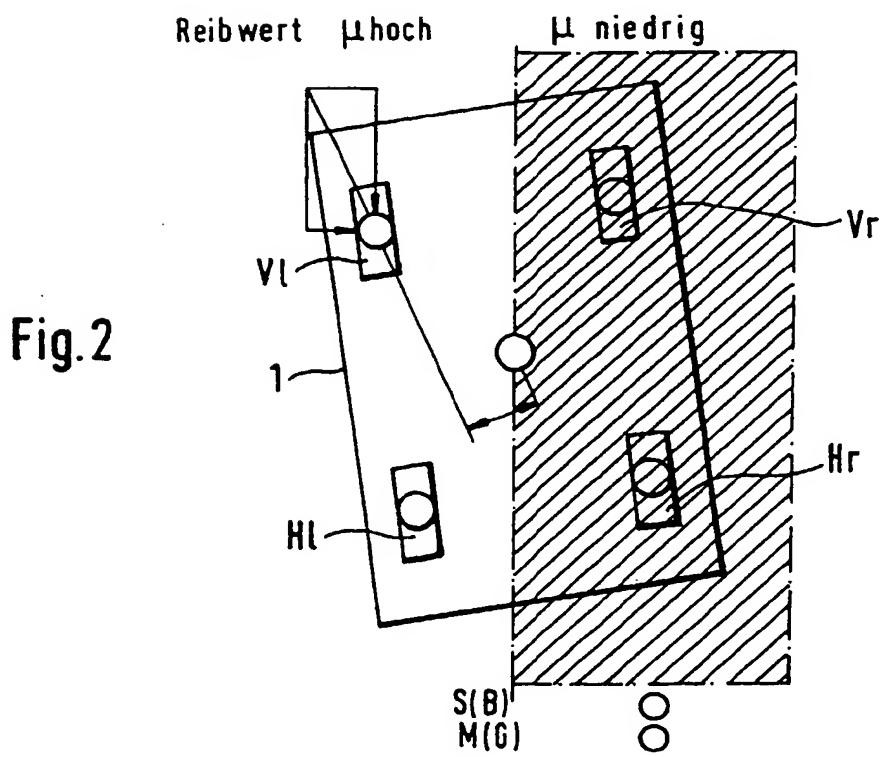
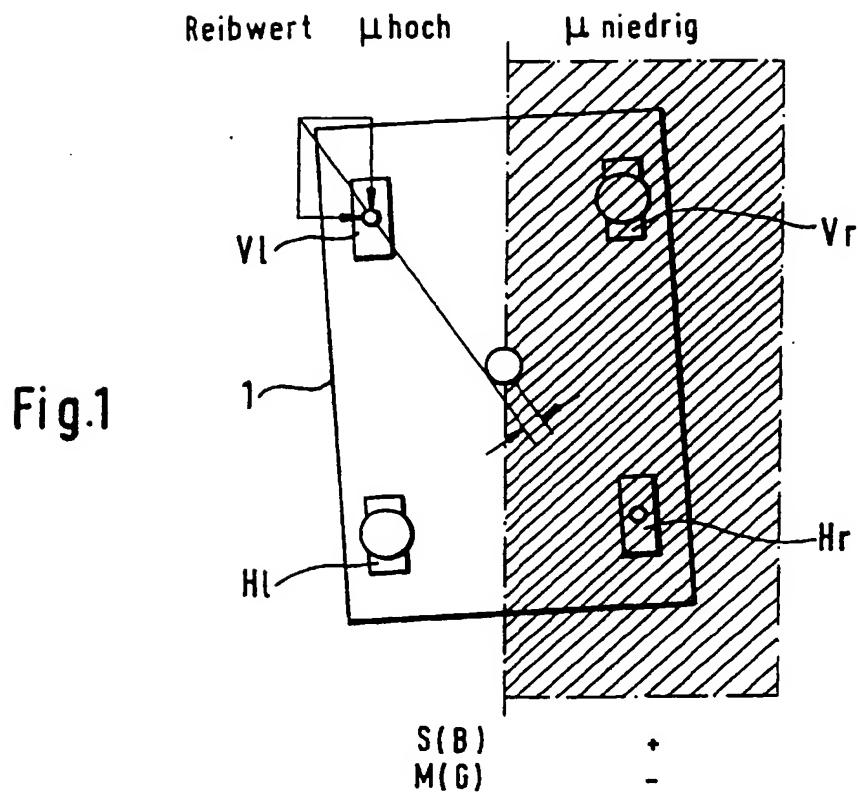
4. System zur Bremswegverkürzung und Traktionsverbesserung bei einem Kraftfahrzeugs zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Sensoren zur Messung eines Reibwerts ( $\mu$ ) bzw. eines dem Reibwert ( $\mu$ ) vergleichbaren Werts zwischen jedem Rad und der Fahrbahnoberfläche, Vergleichsmittel zum Vergleich der mit den Sensoren gemessenen Reibwerte der Räder der linken und rechten Fahrbahnseite miteinander, und Stellmittel zur Ausgabe eines Stellsignals an den Stellantrieb des Wankstabilisierungssystems derart vorgesehen sind, daß die Achsen diagonal gegensinnig so verspannt werden, daß die Aufstandskräfte der Räder entsprechend den gemessenen unterschiedlichen Reibwerten erhöht bzw. erniedrigt werden.

5. System nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren mit einem die Vergleichsmittel und die Stellmittel enthaltenden Prozeßrechner einer Fahrzeugsteuereinrichtung verbunden sind.

6. System nach Anspruch 4 oder 5, das außerdem ein an jeder gelenkten Achse angreifendes automatisches Lenksystem aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß der Prozeßrechner außerdem dazu eingerichtet ist, das durch die stärkere Verzögerung des Hoch- $\mu$ -Rades auftretende Giermoment des Fahrzeugs durch Ausgabe von Lenkwinkelstellsignalen an das automatische Lenksystem auszugleichen, so daß zu dem am Lenkrad eingestellten Lenkradwinkel ein das auftretende Giermoment kompensierender Zusatzlenkwinkel erzeugt wird.

7. System nach Anspruch 6; dadurch gekennzeichnet, daß der Prozeßrechner die zur Einstellung des Zusatzlenkwinkels erzeugten Signale gleichzeitig mit der Ausgabe der zur diagonalen gegensinnigen Verspannung der Achsen erzeugten Stellsignale an die Stellantriebe des automatischen Lenksystems ausgibt.

55



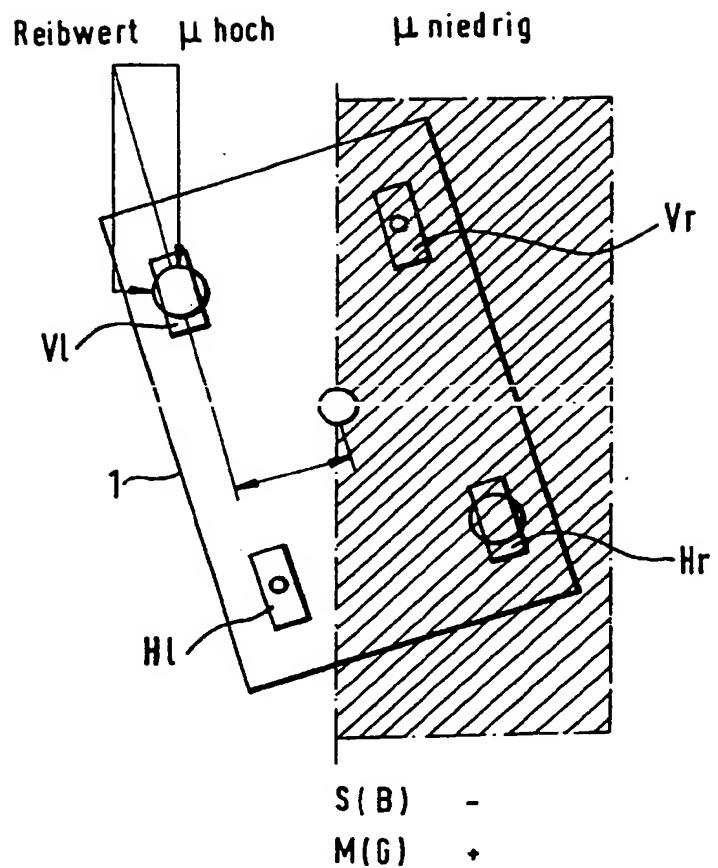


Fig.3